

تأثیر الیسیتورهای غیر زیستی بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و خواص آنتی‌اکسیدانی کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.) خاردار

هانیه شهرکی^۱، نفیسه مهدی نژاد^{۲*}، براتعلی فاخری^۳

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر اسید سالیسیلیک بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و خواص آنتی‌اکسیدانی کنگر فرنگی تحت تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح محلول پاشی اسید سالیسیلیک (صفر (شاهد)، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی مولار) و شوری (صفر (شاهد)، ۶ و ۱۲ میلی مولار) بود. براساس نتایج اثرات متقابل، بیشترین مقدار تعداد و طول برگ، ارتفاع بوته، وزن تر بوته، وزن تر و خشک ریشه در گیاهان محلول پاشی شده با ۴۰۰ میلی مولار اسید سالیسیلیک حاصل شد و از طرفی بیشترین مقدار فنل، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدان هم از محلول پاشی اسید سالیسیلیک ۴۰۰ میلی مولار و شوری ۱۲ میلی مولار (به ترتیب ۰/۴۷، ۰/۵۶ و ۳۱/۲۴) به دست آمد. از طرفی نتایج نشان داد بیشترین مقدار کربوهیدرات در محلول پاشی با تیمار ۴۰۰ میلی مولار اسید سالیسیلیک و ۱۲ میلی مولار شوری بدست آمد. به‌طور کلی می‌توان گفت تنش موجب تأثیرات مخرب بر گیاه شده و مصرف اسید سالیسیلیک موجب افزایش تحمل به تنش شوری در گیاه کنگر فرنگی شد.

کلمات کلیدی: پرولین، کنگر فرنگی، فعالیت مهار رادیکال DPPH، فلزات سنگین، آنتی‌اکسیدان

^۱دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی، گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران
^۲آستادیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران. * نویسنده مسئول، ایمیل nmahdinezhad52@gmail.com
^۳آستاد گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران nmahdinezhad@uoz.ac.ir

مقدمه

ترکیبات اسیدسالیسیلیک است. این ترکیب از تنظیم کننده‌های رشد و ترکیبات فنلی در گیاهان محسوب می‌شود، که نقش بسیار مهمی در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه به عهده دارند، در تنش‌های محیطی اثر محافظتی داشته و موجب بهبود روند رشد در گیاه می‌شوند (حیدری و همکاران، ۱۳۸۸). گیاهان در پاسخ به شوری، پروتئین‌هایی تولید می‌کنند که سنتز بسیاری از این پروتئین‌های به وسیله‌ی سالیسیلیک اسید تحریک می‌شود. سالیسیلیک اسید همچنین به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی موجب کاهش گونه‌های فعال اکسیژن می‌گردد (Pirasteh-Anosheh et al., 2012). اسید سالیسیلیک متعلق به گروهی از ترکیبات فنلی است که به‌طور وسیعی در گیاهان وجود دارد و امروزه به‌عنوان ماده شبه هورمونی محسوب می‌گردد. این گروه از ترکیبات به‌عنوان تنظیم کننده‌ی رشد عمل می‌کنند. ترکیب SA یا اسید اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید، یک تنظیم کننده‌ی رشد درونی از گروه ترکیبات فنلی طبیعی می‌باشد که در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه نقش دارد. القا گل دهی، رشد و نمو، سنتز اتیلن، تأثیر در باز و بسته شدن روزنه‌ها و تنفس از نقش‌ها مهم SA به حساب می‌آید (Raskin, 1992). هدف این تحقیق تأثیر اسید سالیسیلیک و شوری بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و خواص آنتی‌اکسیدانی کنگرفرنگی می‌باشد.

گیاه کنگرفرنگی خاردار (*Cynara cardunculus* L.) متعلق به خانواده کاسنی (Composite)، در زبان فارسی به آرثیو معروف است. از اثرات درمانی گیاه کنگرفرنگی می‌توان اثرات حمایت کننده کبدی، ضد میکروبی، پایین آورنده کلسترول و چربی خون و تحریک بیان ژن نیتریک اکساید سنتاز را نام برد (Li et al., 2004). برگ‌های کنگرفرنگی محتوی ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و اسیدی می‌باشد. اسید کافئیک، استرهای کینیک، اسید کلروژنیک، نئوکلرونیک اسید و اسید سینارین ترکیبات عمده گیاه محسوب می‌شود (Wittmer et al., 2005).

مشکل عمده شوری برای گیاهان عالی در مناطق خشک، وجود مقادیر بیش از حد کلرید سدیم در خاک است (Munns and Tester, 2008)، زیرا بالا بودن غلظت سدیم در خاک باعث کاهش پتانسیل محلول خاک شده و سازوکار تنظیم اسمزی در سلول‌ها گیاه باعث جلوگیری از پسابدگی و اختلال در جذب و انتقال یون‌های غذایی مانند پتاسیم و کلسیم می‌شود. بالا بودن غلظت یون‌های سدیم و کلر می‌تواند بر غشاها و سیستم‌های آنزیمی اثر سمی داشته باشد (Chen et al., 2007). بر این اساس سدیم و کلر دو یون کلیدی مهم با اثرات ویژه یونی هستند که رشد و عملکرد گیاه زراعی را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهند (Rengasamy, 2010).

امروزه، استفاده از ترکیباتی که مقاومت گیاهان را به تنش‌های محیطی افزایش داده و موجب بهبود فعالیت‌های متابولیکی گیاه می‌شوند، توصیه می‌گردد. یکی از این

مواد روش‌ها

کنگرفرنگی انجام شد. برای تیمار صفر اسید سالیسیلیک از آب مقطر استفاده شد. در مرحله ۶-۸ برگه اعمال تنش شوری شروع شد و تا زمان نمونه گیری ادامه داشت. اعمال شوری با کلرید سدیم انجام شد. برای اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه در هر گلدان به صورت تصادفی ۳ بوته انتخاب شد و گیاهچه‌ها برای بررسی برخی شاخص‌های رشدی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی به آزمایشگاه انتقال داده شدند. خصوصیات خاک مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است.

به منظور بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و خواص آنتی‌اکسیدانی کنگرفرنگی خاردار تحت تنش شوری، آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با تیمارهای مورد آزمایش شامل: شوری (۰، ۶ و ۱۲ میلی‌مولار)، اسید سالیسیلیک (۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار) با ۳ تکرار در گلخانه‌ی پژوهشگاه دانشگاه زابل انجام شد. محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک و در مرحله گیاهچه‌ای (مرحله ۶-۸ برگه) روی گیاه

جدول ۱- تجزیه بستر خاکی مورد استفاده در کشت کنگرفرنگی

اسیدیته	مس	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	نیترژن	هدایت	مواد	بافت
							الکتریکی	آلی	خاک
						(%)			
۷/۸	۰/۷۵	۹/۵	۲/۱	۳/۱	۰/۶۹	۳۴	۲۸	۴۵	رسی

اندازه‌گیری ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی

برای این منظور صفاتی از قبیل ارتفاع بوته با استفاده از خط کش مدرج اندازه‌گیری شد، وزن تر بوته، وزن تر برگ، وزن تر ریشه و خشک ریشه، با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری انجام گرفت. غلظت فنل کل در نمونه برگ تازه براساس روش فولین شیکالتو (Singleton and Rossi, 1965)، فلاونوئیدها به روش اسپکتروفتومتری با استفاده از روش کریزک (Krizek et al., 1992)، اندازه‌گیری کربوهیدرات و پرولین از روش ایرگون (Irrigoyen et al., 1992) استفاده شد. برای تعیین فعالیت رادیکال DPPH از محلول استاندارد اسید اسکوربیک (Abe et al., 1998) استفاده گردید. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن محاسبه گردید.

این منظور صفاتی از قبیل ارتفاع بوته با استفاده از خط کش مدرج اندازه‌گیری شد، وزن تر بوته، وزن تر برگ، وزن تر ریشه و خشک ریشه، با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری انجام گرفت. غلظت فنل کل در نمونه برگ تازه براساس روش فولین شیکالتو (Singleton and Rossi, 1965)، فلاونوئیدها به روش اسپکتروفتومتری با استفاده از روش کریزک

نتایج و بحث

اثر اصلی اسید سالیسیلیک و شوری و برهمکنش آنها برای صفات تعداد برگ، طول برگ و ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنادار شد (جدول ۲). تاثیرات اثرات متقابل

صفات تعداد برگ، طول برگ و ارتفاع بوته

برگ می‌تواند به علت تشدید ریزش برگ و یا کاهش تولید برگ‌های جدید در شرایط شوری باشد (عبداللهی و همکاران، ۱۳۹۲).

وزن تر بوته، وزن تر برگ، وزن تر و خشک ریشه

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که سطوح شوری، اسید سالیسیلیک و برهمکنش آنها بر وزن تر بوته، وزن تر برگ، وزن تر و خشک ریشه در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنادار نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل اسید سالیسیلیک و شوری نشان داد بیشترین وزن تر بوته، وزن تر برگ، وزن تر و خشک ریشه (به ترتیب ۹/۱۳، ۱/۱۴، ۶/۱۶ و ۰/۶۸ گرم) در تیمار اسید سالیسیلیک ۴۰۰ میلی‌مولار و عدم شوری بدست آمد (جدول ۳).

به نظر می‌رسد افزایش بیوماس در اثر استفاده از سالیسیلیک اسید بخاطر فعالیت آنتی‌اکسیدانی این ماده در غشا سلولی باشد. گفته شده تیمار با سالیسیلیک اسید باعث افزایش مقادیر لیگنین در ساختار دیواره سلولی می‌شود (وفابخش و همکاران، ۱۳۸۷). کاربرد سالیسیلیک اسید بصورت محلول-پاشی باعث افزایش بیوماس در گیاه سویا می‌شود (Eraslan et al., 2007). افزایش رشد ریشه و اندام هوایی گیاهان سویا و ذرت در پاسخ به تیمار اسید سالیسیلیک گزارش شده است (Gutierrez-Coronado et al., 1998). کاربرد برون‌زای اسید سالیسیلیک رشد گیاه را هم در شرایط تنش شوری و هم در شرایط غیر تنش، به شکل قابل توجهی افزایش می‌دهد که احتمالاً مرتبط با اثرات بازدارندگی آن بود (Gunes et al., 2007). در پژوهشی روی توت فرنگی در شرایط تنش

سطوح شوری و اسید سالیسیلیک بر صفات مذکور نشان داد که بیشترین مقدار تعداد برگ، طول برگ و ارتفاع بوته (به ترتیب ۵/۲۲ عدد، ۲۲/۰۰ و ۵۵/۷۹ سانتی‌متر) در تیمار اسید سالیسیلیک ۴۰۰ میلی‌مولار و عدم کاربرد شوری حاصل شد (جدول ۳).

سالیسیلیک اسید از طریق افزایش تقسیم سلولی در ناحیه مریستم انتهایی و طویل شدن سلولی، سبب افزایش رشد می‌شود (حاجی زاده و علی‌لو ۱۳۹۲). گزارش کردند که محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید سبب افزایش طول ساقه شد (اعلایی و همکاران، ۱۳۹۰). گزارش شده است که اسید سالیسیلیک تقسیم سلولی را درون مریستم گیاهچه گندم افزایش داد و رشد گیاه را بهبود بخشید (Mandhanis et al., 2006). همچنین اسید سالیسیلیک سبب افزایش ارتفاع گیاه سویا در شرایط گلخانه و مزرعه گردید (Gutierrez-Coronado et al., 1998). تعداد برگ در بوته از اهمیت خاصی برخوردار است، زیرا باعث افزایش جذب نور و در نتیجه افزایش فتوسنتز و رشد گیاه می‌گردد (Reddy et al., 1997). گزارش کردند که محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید سبب افزایش طول برگ شد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد (کاشفی و همکاران، ۱۳۸۴). احتمال داده می‌شود سالیسیلیک اسید بتواند سبب بهبود جذب عناصر غذایی در شرایط تنش شوری شود که این خود می‌تواند افزایش رشد را به همراه داشته باشد که افزایش ارتفاع گیاهچه یکی از این موارد می‌باشد (Eraslan et al., 2007). در این بررسی با افزایش میزان شوری از تعداد برگ، طول برگ و ارتفاع بوته به شدت کاهش یافت. کاهش رشد یک نوع سازگاری برای زنده ماندن گیاه در شرایط تنش است (اسکندری‌زنجانی و همکاران ۱۳۹۱). کاهش تعداد

(Karlidag et al., 2009).

نیرومندی در بافتهای گیاهی تحت شرایط شوری هستند. این ترکیبات به دلیل ساختار اسکلتی، نقش مهمی در از بین بردن رادیکالهای آزاد اکسیژن تولیدی در شرایط تنش شوری دارند. به این ترتیب ساختارهای سیتوپلاسمی و کلروپلاستی را از تاثیرات منفی شوری محافظت کرده و همچنین با جلوگیری از عمل لیپواکسیژناز از اکسیداسیون لیپیدها جلوگیری می کند (Amel et al., 2008). رادیکال DPPH یک رادیکال آزاد، پایدار، آلی و نیتروژن دار است که به طور گسترده برای آزمایش پاک کردن رادیکالهای آزاد استفاده می شود. آزمون جاروب کنندگی DPPH به طور معمول برای مشخص کردن توانایی آنتی اکسیدانی برای پاکسازی رادیکالهای آزاد بکار می رود (Nacz et al., 2003).

شوری، استفاده از اسید سالیسیلیک در غلظت یک میلی-مولار، باعث افزایش وزن تر و خشک شاخساره و ریشه شد

فنل، فلاونوئید و آنتی اکسیدان

تجزیه واریانس میانگین مربعات نشان داد سطوح مختلف شوری و اسید سالیسیلیک و برهمکنش آنها تفاوت معناداری از نظر آماری در فعالیت صفات فنل، فلاونوئید و آنتی اکسیدان گیاه وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش اسید سالیسیلیک و شوری نشان داد که بیشترین میزان فنل، فلاونوئید و آنتی اکسیدان در تیمار اسید سالیسیلیک ۴۰۰ میلی مولار و شوری ۱۲ میلی مولار (به ترتیب ۰/۴۷، ۰/۵۶ و ۳۱/۲۴) به دست آمد (جدول ۴).

سالیسیلیک اسید به عنوان یک جزء پیام رسان کلیدی در فعال سازی پاسخ های دفاعی گیاه شناخته می شود. پاسخ های دفاعی گیاه منجر به زیست ساخت و تجمع انواع ترکیب های ثانویه از جمله ترکیب های فنلی گیاهی می شود (Mueller et al., 1993). فنلها ترکیبات آنتی اکسیدان

تأثیر الیستورهای غیر زیستی بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و خواص آنتی‌اکسیدانی کنگرفرنگی خاردار / ۶

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس برخی خصوصیات مورد بررسی کنگرفرنگی تحت تأثیر تیمار شوری و اسید سالیسیلیک

میانگین مربعات													منابع تغییرات
پرویلین	کربوهیدرات	آنتی‌اکسیدان	فلاونوئید	فنل	وزن خشک ریشه (gr)	وزن تر ریشه (gr)	وزن برگ (gr)	وزن بوته (gr)	ارتفاع بوته (cm)	طول برگ (cm)	تعداد برگ	درجه آزادی	
۰/۱۹**	۱۶/۰۸**	۱۳/۷۱**	۰/۰۰۴**	۰/۱۰**	۰/۱۸**	۳۳/۸۸**	۰/۶۲**	۵۱/۸۵**	۷۱۶/۷۴**	۲۱۰/۸۸**	۱۶/۳۴**	۲	اسید سالیسیلیک
۰/۱۳**	۱۴/۷۵**	۱۵۲/۸۹**	۰/۰۸**	۰/۲۵**	۰/۴۷**	۲۶/۹۸**	۰/۶۲**	۶۴/۱۹**	۴۳۲۴/۷۸**	۳۵۰/۰**	۳/۷۲**	۲	شوری
۰/۰۱**	۳/۰۷**	۵/۱۱*	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۸**	۰/۰۰۲**	۰/۳۶**	۰/۰۲**	۰/۱۷**	۲۱/۵۹**	۱۰/۰۹**	۰/۰۵*	۲	اسید سالیسیلیک* شوری
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۹	۱/۵۸	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۲	۰/۰۰۰۶	۰/۰۴	۱/۲۰	۰/۵۱	۰/۰۲	۵۴	خطا
۳/۲۰	۲/۲۶	۴/۵۷	۳/۷۶	۳/۱۹	۵/۲۲	۳/۱۱	۳/۲۸	۳/۰۳	۲/۶۴	۴/۵۸	۳/۱۰		ضریب تغییرات CV%

* و ** و ns به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ درصد ، ۱ درصد و بدون اختلاف معنی دار می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی خصوصیات مورد بررسی کنگرفرنگی تحت تأثیر اثر متقابل تیمار اسید سالیسیلیک و شوری

اسیدسالیسیلیک	شوری	تعداد برگ	طول برگ	ارتفاع بوته	وزن بوته	وزن تر برگ	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	فنل	فلاونوئید	آنتی اکسیدان	کربوهیدرات	پرولین
.	.	۳/۷۸ ^e	۱۴/۷۳ ^d	۴۵/۱۱ ^e	۶/۷۲ ^e	۰/۷۴ ^e	۳/۸۳ ^f	۰/۴۸ ^c	۰/۱۹ ^h	۰/۴۲ ^g	۲۴/۷۵ ^f	۲/۷۷ ⁱ	۰/۲۱ ^g
.	۶	۳/۳۳ ^f	۱۲/۹۱ ^f	۳۸/۳۹ ^f	۵/۵۵ ^g	۰/۶۴ ^g	۳/۰۸ ^g	۰/۳۳ ^e	۰/۲۴ ^f	۰/۵۰ ^d	۲۶/۲۸ ^{de}	۳/۰۷ ^h	۰/۲۷ ^d
۱۲	۱۲	۲/۸۸ ^g	۹/۵۳ ^h	۲۳/۴۴ ⁱ	۳/۶۴ ^h	۰/۵۲ ^h	۲/۲۰ ^h	۰/۲۵ ^f	۰/۴۰ ^c	۰/۵۵ ^{ab}	۲۹/۰۲ ^b	۵/۲۹ ^b	۰/۴۰ ^b
.	.	۴/۴۴ ^c	۱۹/۷۸ ^b	۵۴/۴۴ ^b	۸/۵۵ ^b	۱/۰۰ ^b	۵/۲۴ ^c	^b ۰/۵۸	۰/۲۱ ^g	۰/۴۵ ^e	۲۵/۳۲ ^{ef}	۳/۵۳ ^g	۰/۳۳ ^c
۲۰۰	۶	۴/۰۰ ^d	۱۷/۷۵ ^c	۴۷/۴۳ ^d	۷/۶۸ ^d	۰/۷۷ ^d	۴/۴۶ ^d	^d ۰/۴۱	۰/۳۱ ^d	۰/۴۹ ^d	۲۸/۴۳ ^{bc}	۳/۷۳ ^f	۰/۳۹ ^b
۱۲	۱۲	۳/۷۸ ^e	۱۱/۸۹ ^g	۲۷/۴۰ ^h	۵/۵۰ ^g	۰/۶۸ ^f	۳/۰۸ ^g	^e ۰/۳۲	۰/۴۱ ^c	۰/۵۲ ^c	۲۹/۵۵ ^b	۴/۱۳ ^e	۰/۵۱ ^a
.	.	۵/۲۲ ^a	۲۲/۰۰ ^a	۵۵/۷۹ ^a	۹/۱۳ ^a	۱/۱۴ ^a	۶/۱۶ ^a	^a ۰/۶۸	۰/۳۰ ^e	۰/۴۳ ^f	۲۵/۴۹ ^{ef}	۴/۴۹ ^d	۰/۲۲ ^f
۴۰۰	۶	۴/۸۹ ^b	۱۷/۵۵ ^c	۴۹/۷۲ ^c	۸/۲۳ ^c	۰/۸۷ ^c	۵/۶۳ ^b	^c ۰/۴۶	۰/۴۲ ^b	۰/۵۳ ^{bc}	۲۷/۳۵ ^{cd}	۵/۱۱ ^c	۰/۲۵ ^e
۱۲	۱۲	۴/۵۵ ^c	۱۳/۶۷ ^e	۳۱/۱۱ ^g	۶/۳۷ ^f	۰/۷۹ ^d	۴/۰۴ ^e	^d ۰/۴۰	۰/۴۷ ^a	۰/۵۶ ^a	۳۱/۲۴ ^a	۵/۶۵ ^a	۰/۲۷ ^d

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار می‌باشد.

ضمن ایجاد یک منبع اسمزی سبب کاهش خسارت تنش می‌شود (نظام‌دوست و همکاران، ۱۳۹۵). با تحقیق روی نهال‌های لیمو گزارش کردند که کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۰۵ میلی‌مولار باعث تجمع قندهای محلول در برگ نهال‌های لیمو آب می‌گردد (باغبان و همکاران، ۱۳۸۶). نتایج مشابهی در مورد اثر سالیسیلیک اسید در غلظت‌های مختلف بر مقدار کربوهیدرات گوجه فرنگی و گندم نیز گزارش شده است (Mohammad et al., 1998). نشان دادند که اضافه کردن اسید سالیسیلیک به محیط کشت باعث افزایش قندهای محلول در گوجه‌فرنگی شد (Poor et al., 2010). در گیاه یونجه نیز با افزایش سطوح شوری، غلظت کربوهیدرات‌ها از جمله فروکتوز، گلوکوز، ساکارز و کربوهیدرات‌ها در سیتوزول و مزوفیل برگ و ریشه افزایش یافت. قابلیت سازگاری گونه‌های گیاهی به غلظت زیاد شوری در خاک با پایین آوردن پتانسیل اسمزی بافت در اثر انباشتگی مواد حل شونده همراه است (خوشبخت و همکاران و همکاران، ۱۳۹۱).

پرولین

اثر اصلی سطوح مختلف شوری و اسید سالیسیلیک و برهمکنش آنها بر میزان پرولین در سطح احتمال یک درصد معنادار شد (جدول ۲). آثار متقابل ۱۲ میلی‌مولار شوری و ۲۰۰ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک (۰/۵۱) بیشترین میزان پرولین را حاصل کرد. در کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد، عواملی نظیر نوع گیاه، غلظت آن، زمان و تعداد دفعات کاربرد در عکس العمل گیاه تاثیر می‌گذارد. نتایج تحقیقی، افزایش محسوس مقدار پرولین

علت افزایش محتوای فنلی در گیاهان تحت تنش را چنین بیان نمودند که گیاهان تحت تنش، سازوکارهای دفاعی خاصی را از قبیل افزایش غلظت فنل کل در برابر استرس اکسیداتیو به کار می‌گیرند (Apel and Hirt, 2004). افزایش مقدار فلاونول تحت تنش شوری به این علت است که این ترکیبات به عنوان ترکیب‌های فعال فیزیولوژیکی، عوامل محافظت‌کننده در مقابل تنش و به‌عنوان جذب‌کننده رادیکال‌های آزاد، نقش مهمی در مقاومت گیاهان دارند (Tattini et al., 2004). با بررسی تنش شوری روی محتوای فنلی گیاه مریم‌گلی بیان نمودند که محتوای فنلی با افزایش تنش شوری، پس از طی کردن روند افزایشی در بالاترین غلظت شوری کاهش یافت که با نتایج این پژوهش مطابقت نداشت (Valifard et al., 2014). تیمار شوری باعث تجمع ترکیبات فنلی و در نتیجه افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود که در مورد نتایج تحقیق حاضر نیز صدق می‌کند (Klimczak et al., 2007).

کربوهیدرات

اثر اصلی سطوح مختلف شوری و اسید سالیسیلیک و برهمکنش آنها بر میزان کربوهیدرات در سطح احتمال یک درصد معنادار شد (جدول ۲). آثار متقابل ۱۲ میلی‌مولار شوری و ۴۰۰ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک (۵/۶۵) بیشترین میزان کربوهیدرات را حاصل کرد. اسید سالیسیلیک، غلظت کربوهیدرات محلول برگ را نسبت به گیاه شاهد افزایش داد. گزارش شده است که اسید سالیسیلیک سبب تحریک هیدرولیز کربوهیدرات‌ها می‌شود و با افزایش ترکیباتی مانند قندهای محلول

برگ‌های کلزا را با افزایش غلظت محلول‌پاشی سایکوسل نشان داده است (امام و ایلکای، ۱۳۸۱). بیان کردند که اسید سالیسیلیک با القا برهمکنش‌های حفاظتی با واسطه هورمون ابسیک اسید منجر به تجمع اسمولیت‌ها به ویژه پرولین در گیاهان می‌شود (Yoshiba et al., 2005). افزایش سطوح پرولین را در گیاهان موز تیمار شده با سطوح مختلف اسید سالیسیلیک که در شرایط تنش خشکی قرار داشتند، گزارش کردند (Bidabadi et al., 2012).

پرولین یکی از ترکیبات اسمولیتی گیاهان در هنگام تنش است که با توجه به این نتایج می‌توان گفت که گیاه کنگر تحت تنش شوری بدون نیاز به اسید سالیسیلیک پرولین زیادی تولید می‌کند. به نظر می‌رسد

در گیاهانی که تحت تنش شوری هستند، افزایش اسید آمینه پرولین باعث حفظ فشار آماس و ادامه رشد سلول می‌گردد و یک نقش آنتی اکسیدانی در حفاظت از غشاهای زیستی را دارد (Patakas et al., 2002). افزایش پرولین ناشی از مقدار شوری را می‌توان چنین توجیه کرد که آنزیم‌های مسیر گلوتامات تحت تنش شوری، فعال شده و سنتز پرولین افزایش می‌یابد. زیرا شوری (کلرید سدیم) موجب تحریک ژن‌های سنتزکننده این آنزیم‌ها می‌شود. درباره تجمع پرولین در گیاه دلایل مختلف ارائه شده است. برخی آن را به دلیل اثر تنظیمی اسید ابسیک بر فرایندهای نوری در متابولیسم پرولین (Serraj and Sinclair, 2002) می‌دانند.

امام، ی. و ایلکای، م. ن. (۱۳۸۱). اثر تراکم بوته و کلر مکوات کلرید (CCC) بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و عملکرد دانه علوفه گیاه زراعی زمستانه. مجله علوم زراعی ایران، ۱، ۴-۸.

باغبان، م.، فتوحی قزوینی، ر.، حاتم زاده، ی. و حیدری، م. (۱۳۸۶). اثر سالیسیلیک اسید بر تحمل تنش یخ زدگی دان نهال های لیمو آب شیراز (*Citrus aurantifolia* L.). مجله علوم باغبانی ایران، ۸، ۱۸۵-۱۹۸.

حاجی زاده، س. ح. و علی لو، آ.آ. (۱۳۹۲). اثربخشی اسید سالیسیلیک اسید قبل از برداشت بر صفات فیزیولوژیکی در گل لیلیوم (*Lilium longiflorum* L.). برش گل بین المللی. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱، ۳۴۴-۳۵۰.

منابع

اسکندری زنجانی، ک.، شیرانی راد، ع. هادی، مرادی اگدم، ع. و طاهرخانی، ت. (۱۳۹۱). تأثیر کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط شوری بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاه گندواش (*Artemisia annua* L.). مجله اکوفیزیولوژی کشاورزی، ۶، ۴۱۵-۴۲۸.

اعلایی، م.، بابالار، م.، نادری، ر. و کافی، م. (۱۳۹۰). بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و عمر پس از برداشت گل رز. مجله پس از برداشت و زیست فناوری، ۶۱، ۹۱-۹۴.

- Abe, N., Murata, T. and Hirota, A. (1998). Novel DPPH radical scavengers, bisorbicillinol and demethyl trichodimerol, from a fungus. *Bioscience Biotechnology Biochemistry*, 62, 661-666.
- Amel, A., Mohamed, A. and Amina, A.A. (2008). Alterations of some secondary metabolites and enzymes activity by using exogenous antioxidant compound in onion plants grown under seawater salt stress. *American-Eurasian*, 3, 139-146.
- Apel, K. and Hirt, H. (2004). Reactive oxygen species: Metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Plant Biology*, 55, 373-399.
- Baghban, M., Footohi ghazvini, R., Hatamzadeh, E. and Heidari, M. 2007. Effect of Salicylic acid on Freeing Tolerance of Mexican Lime Seedlings (*Citrus Aurantifolia* L.) *Journal of Iranian Horticultural Science and Technology*, 8(3): 185-198. (In Persian) (Journal)
- Bidabadi, S., Baninasab, M.B. and Ghobadi, C. (2012). Influence of salicylic acid on morphological and physiological responses of banana (*Musa acuminata* cv. 'Berangan', AAA) shoot tips to in vitro water stress induced by polyethylene glycol. *Plant Omics Journal*, 5(1): 33-39
- Chen, Z., Zhou, M., Newman, A.I., Mendham, J.N., Zhang, G. and Shabala, S. (2007). Potassium and sodium relations in salinised barley tissues as a basis of differential salt tolerance. *Functional Plant Biology*, 34, 150-162.
- Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A. and Alpaslan, M. (2007). Impact of exogenous salicylic acid on growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined
- حیدری، م.، مصری، ف. و کیخا، ز. (۱۳۸۸). اثر تنش شوری بر متابولیسم اسید نوکلئیک، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فلورسانس کلروفیل و تنظیم اسمزی پنج رقم کانولا. *مجله علوم زراعی ایران*، ۴، ۱۹۹-۲۱۲.
- خوشبخت، د.، رامین، ی. ا. و باغبان. و. (۱۳۹۱). امکان کاهش اثر تنش شوری در گیاه لوبیا با استفاده از اسید سالیسیلیک. *مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغات*، ۲، ۱۸۹-۱۹۹.
- عبداللهی، ف.، جعفری، ل. و گردی تختی، ش. (۱۳۹۲). بررسی ترکیب جیبرلین بر رشد و ترکیب شیمیایی برگ گیاه کنار (*Ziziphus spina-christi*) تحت شرایط شوری. *مجله فرآیند و عملکرد گیاه*، ۲، ۵۳-۶۷.
- کاشفی، ب.، قدس، م. و موگاماد، م. (۱۳۹۴). بررسی کاربرد اسید سالیسیلیک بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیک در مریم‌گلی در تنش شوری. *مجله کشاورزی کشاورزی*، ۱۷، ۴۳۱-۴۴۰.
- نظام دوست، س.، فرخ زاد، آ. و رسولی صادقیان، م.ج. (۱۳۹۵). اثر محلولپاشی اسید سالیسیلیک بر صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در رقم مو (*Vitis vinifera* cv. Bidaneh Sefid) بیدانه سفید تحت سمیت بور. *پژوهش در میوه کاری*، ۱، ۱-۲۹.
- وفابخش، ج.، نصیری مهلاتی، م. و کووشکی، آ. (۱۳۸۷). تاثیر تنش خشکی بر بهره‌وری استفاده از تابش و عملکرد کلزا زمستانه (*Brassica napus* L.) *مجله تحقیقات کشاورزی ایران*، ۶، ۱۹۳-۲۰۸.

- artichoke (*Cynara scolymus* L.) up-regulate endothelial-type nitric-oxide synthase gene expression in human endothelial cells. *Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 310, 926-32.
- Mandhanis, S., Madan, S. and Whney, V. (2006). Antioxidant defence mechanism under salt stress in wheat seedling. *Biology Plantarum*, 52, 22-27.
- Mohammad, M., Shibli, R., Ajouni, M. and Nimvi, L. (1998). Tomato root and shoot responses to salt stress under different level of phosphorus nutrition. *Plant Nutrient*, 21, 1667-1680.
- Mueller, M.E., Gruenthal, M. and Olson, W.L. (1993). Gabapentin for relief of upper motor neuron symptoms in multiple sclerosis. *Archives Physical Medicine Rehabilitation*, 78, 521-4.
- Munns, R. and Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual review of plant biology*, 59: 651-81.
- Naczka, M., Amarowicz, R., Zadernowski, R., Pegg, R. and Shahidi F. (2003). Antioxidant capacity of crude phenolic extracts from wild blueberry leaves. *Polish Food and Nutrition Sciences*, 53, 166- 169.
- Patakas, A., Nikolaou, N., Zioziou, E., Radoglou, K. and Noitsakis, B. (2002). The role of organic solute and ion accumulation in osmotic adjustment in drought stressed grapevines. *Plant Science*, 163, 361-374.
- Pirasteh-Anosheh, H., Emam, Y., Ashraf, M. and Foolad, M.R. (2012). Exogenous application of salicylic acid and chlormequat chloride alleviates negative effects of drought stress in wheat. *Advanced Studies in Biology*, 11, 501-520.
- salinity and boron toxicity. *Scientia Horticulturae*, 113, 120-128.
- Gunes, A., Anal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Bagci, E.G. and Cick, N. (2007). Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. *Plant Physiology*, 164, 728-736.
- Gutierrez-Coronado, M.A., Trejo-Lopez, C. and Larque- Saavedra, A. (1998). Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. *Plant Physiology and Biochemistry*, 36, 563-565.
- Hussein, M.M., Balbaa, L.K. and Gaballah, M.S. (2007). Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants. *Research Agriculture and Biological Sciences*, 3, 321-328.
- Irrigoyen, J.H., Emerich, D.W. and Sanchez Diaz, M. (1992). Water stress induced changes in concentration of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa plant. *Physiologia Plantarum*, 84, 55-66.
- Karlidag, H., Yildirim, E. and Turan, M. (2009). Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry. *Scientia Agricola*, 66, 180-187.
- Klimczak, I., Maecka, M., Szlachta, M. and Gliszczyn, A. (2007). Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Food Composition and Analysis*, 20, 313-322.
- Krizek, D.T., Britz, S.J. and Mirecki, R.M. (1998). Inhibitory effect of ambient levels of solar UV-A and UV-B radiation on growth of cv. New red fire lettuce. *Physiologia Plantarum*, 103, 1-7.
- Li, H., Xia, N., Brausch, I. and Yao, Y. (2004). Forstermann U. Flavonoids from

- Wittemer, S.M., Ploch, M., Windeck, T., Müller, S.C., Drewelow, B. and Derendorf, H. (2005). Bioavailability and pharmacokinetics of caffeoylquinic acids and flavonoids after oral administration of artichoke leaf extracts in humans, *Phytomedicine*, 12, 28-38.
- Yoshiba, Y., Yamada, M., Morishita, H., Uran, K., Shiozaki, N., Yamaguchi, K. and Shinozaki, K. (2005). Effects of free proline accumulation in petunias under drought stress. *Experimental Botany*, 56, 1975-1986.
- Poor, P., Gemes, K., Horvath, F., Szepesi Simon, L. and Tari, I. (2010). Salicylic acid treatment via the rooting medium interference with stomatal response, CO₂ fixation rate and carbohydrate metabolism in tomato, and decreases harmful effects of subsequent salt stress. *Plant Biology*, 13, 105-114.
- Raskin, I. (1992). Role of salicylic acid in plants. *Annu. Rev. Plant Physiology Plant Mol. Biol.* 43:439-463.
- Reddy RK, Hodges HF and Mckinion JM. 1997. Modeling temperature effect on cotton internode and leaf growth. *Crop Sciences*, 37: 503-507.
- Rengasamy, P. (2010). Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. *Func. Plant Biology*. 37, 613-620.
- Serraj, R. and Sinclair, T.R. (2002). Osmolyte accumulation: Can it really help increase crop yield under drought confection? *Plant Cell Environment*, 25, 333-341.
- Singleton, V.L. and Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with hosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Tattini, M., Galardi, C., Pinelli, P., Massai, R., Remorini, D. and Agati, G. (2004). Differential accumulation of flavonoids and hydroxycinnamates in leaves of *Ligustrum vulgare* under excess light and drought stress. *New Phytologist*, 163, 547-561.
- Valifard, M., Mohsenzadeh, S., Kholdebarin, B. and Rowshan, V. (2014). Effects of salt stress on volatile compounds, total phenolic content and antioxidant activities of *Salvia mirzayanii*. *South African Journal of Botany*, 93, 2-97.

The effect abiotic elicitors on morphological and antioxidant traits of Artichoke (*Cynara scolymus* L.)

Hanieh Shahraki¹, Nafiseh Mahdinejad^{*2}, Baratali Fakheri³

Abstract

In order to study of effect of foliar application salicylic acid on some morpho-phytochemicals and antioxidant of artichoke under Salt Stress, a factorial experiment in a completely randomized design with three replications at seedling stage was conducted at Greenhouse Research farm of the University of Zabol. Experimental treatments included salinity stress in 3 levels (0 , 6 , and 12 m M) and salicylic acid at 3 levels (0 , 200 , and 400 m M) . The results showed maximum numbers and length of leaves, plant height, fresh and dry weight of plant, fresh and dry weight of root were afforded by using 400 m M salicylic acid. The highest amount of total phenolic content, flavonoids, antioxidant capacity and carbohydrates were related to 400 mM salicylic acid and 12 m M salinity (0.47, 0.56, 31.24 and 5.65 respectively). On the other hand the highest of proline (0.51) was observed in 200 m M salicylic acid and 12 m M salinity. In general could said that stress causes damaging effects of on plants and the use of salicylic acid increases the plant tolerance to salt stress.

Keywords: Proline, Artichoke, DPPH radical scavenging, Heavy metals, Antioxidant.

¹ M. Sc. Student, Department of Plant Breeding and Biotechnology, University of Zabol. Iran.

² *Corresponding Author. Assistant Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, University of Zabol. Iran. Email: nmahdinezhad52@gmail.com nmahdinezhad@uoz.ac.ir

³ Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, University of Zabol. Iran.